

**Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências da Terra Departamento de Geografia
Especialização em Análise Ambiental**

HAINDY KRUGER ALBUQUERQUE

**ANÁLISE DOS MICROCLIMAS URBANOS NA CIDADE DE CURITIBA/PR
EM UMA SITUAÇÃO DE OUTONO**

**CURITIBA
2015**

ANÁLISE DOS MICROCLIMAS URBANOS NA CIDADE DE CURITIBA/PR EM UMA SITUAÇÃO DE OUTONO

Artigo Científico apresentado como requisito à obtenção de grau de Especialista. Curso de Especialização em Análise Ambiental, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná-UFPR.

Orientador: Prof Dr. Flávio Feltrim Rosenghini

Curitiba

2015

**ANÁLISE DOS MICROCLIMAS URBANOS NA CIDADE DE CURITIBA/PR
EM UMA SITUAÇÃO DE OUTONO
ANALYSIS OF URBAN MICROCLIMATES IN THE CITY OF CURITIBA/PR IN
AN AUTUMN SITUATION**

RESUMO

O processo de urbanização e o grande adensamento populacional vêm contribuindo para a transformação do ambiente. A troca da cobertura vegetal pela pavimentação e pelas construções tem trazido problemas como desconforto, stress e danos tanto para a saúde física quanto mental dos habitantes. O objetivo desse estudo foi analisar os microclimas em seis pontos urbanos na cidade de Curitiba, correlacionando-as à presença/ausência de vegetação e à formação de construções urbanas. Foram selecionados seis pontos estratégicos da cidade de Curitiba. Para a medição da temperatura de cada ponto foram utilizados: um abrigo termométrico; um instrumento de medição de temperatura - HOBO® Temperatura/Data Logger; e o Software Hoboware Lite. Foram organizados e analisados os dados de temperatura do ar no período de 21 dias de hora em hora. Compararam-se dois aspectos: um ponto de maior vegetação com ponto de maior urbanização; e um ponto com a presença de *canyon urbano* com outro ponto urbano, porém com maior arborização. Os resultados indicaram que em regiões de maior arborização, as temperaturas tendem a ser mais amenas, enquanto que em regiões com maior urbanização, as temperaturas tendem a ser mais elevadas. Indicou-se, também, que a arborização em região urbanizada contribui para a manutenção da temperatura, formando ilhas de frescor. Com esse estudo, identificou-se a necessidade de estudos futuros que realizem melhor planejamento urbano em Curitiba, uma vez que não há planejamento adequado na cidade com o objetivo de proporcionar maior conforto térmico.

Palavras-chave: clima urbano, conforto térmico, canyon urbano, planejamento urbano.

ABSTRACT

The urbanization process and high population density have contributed to environment transformation. The plant cover exchange for the paving and for the buildings has brought problems such as discomfort, stress and damage to both physical and mental health of habitants. The aim of this study was to analyse the microclimates in six urban points in Curitiba, correlating them to the presence/absence of vegetation and the formation of urban building. Six strategic points were selected in Curitiba city. For measuring the temperature of each point a thermometric shelter, an instrument to measure temperature - HOBO® Temperature/Data Logger and the Hoboware Lite Software were utilized. The air temperature data was organized and analyzed in a period of 21 days hourly. Two aspects were compared: a higher vegetation Point with a greater urbanization Point; and a Point with the presence of urban canyon with other urban Point, but with more afforestation. The results indicated that in areas with more afforestation, temperatures tend to be milder, while in areas with more urbanization, the temperatures are higher. It was also pointed out that the afforestation in urbanized area helps to maintain the temperature, forming freshness islands. It was identified, with this study, the need to conduct studies that accomplish better urban planning aiming thermal comfort in Curitiba, since there is no proper planning in the city aiming thermal comfort.

Keywords: urban climate, thermal comfort, urban canyon, urban planning.

INTRODUÇÃO

O processo de urbanização e o grande adensamento populacional vêm contribuindo para a transformação do ambiente. Os problemas relacionados ao meio ambiente urbano podem ser os mais variados: excesso de ruído; emissão de poluentes no ar e na água; falta de tratamento de resíduos sólidos e líquidos; ilhas de calor; ilhas secas; ilhas de frescor; inversão térmica; e aumento do consumo energético.

De acordo com Sônia (2011), o novo espaço construído – e constantemente modificado pelas variadas formas de ocupação do solo – altera os elementos meteorológicos, formando diferentes microclimas. O conceito de microclima é apresentado por Monteiro (2003) ao compará-lo com as unidades climáticas de mesoclima e topoclima: mesoclima corresponde a uma grande cidade ou bairro, ou mesmo de área suburbana; topoclima corresponde a pequenas cidades, associado à específicas formas de relevo em conjunto com topografias edificadas; o microclima, por sua vez, é compatível com uma grande edificação, isto é, uma habitação ou um setor específico de habitação. O interesse desse trabalho está no último conceito aqui apresentado.

Os desequilíbrios decorrentes dos espaços construídos pelo processo de urbanização são causados: pela impermeabilização do solo; pelos materiais condutores de energia térmica utilizados no meio urbano; pela poluição do ar; pelo aumento das edificações; e, principalmente, pela redução da vegetação (Sônia, 2011).

No Brasil, o estudo de Lombardo (1985) foi um dos primeiros voltado à pesquisa com ilhas de calor urbano, a fim de identificar elementos de ocupação do solo e verificar o aumento da temperatura da superfície com uso de imagens de satélites. Nesse mesmo estudo, verificou-se que o aumento da temperatura estava relacionado ao aumento da urbanização.

A vegetação é um importante componente regulador da temperatura urbana, pois absorve com mais facilidade a radiação solar que é utilizada nos seus processos biológicos de fotossíntese e transpiração. Assim como as áreas mais arborizadas das cidades, aquelas localizadas próximas aos grandes corpos d'água como os reservatórios tendem a apresentar temperaturas mais amenas

(GOMES & AMORIM, 2003). A arborização, desse modo, é um fator importante para o conforto térmico e melhor qualidade de vida principalmente no meio urbano, cujo elevado número de construções e o intenso tráfego de veículos passam a agredir o ambiente e as paisagens, modificando o clima das cidades (SÔNIA, 2011).

O crescente processo de urbanização verificado nas cidades contribui para as alterações observadas no clima, em especial em áreas pouco arborizadas e com maior densidade de construções. A vegetação é, segundo Gomes e Amorim (2003), um importante regulador da temperatura urbana, pois absorve com mais facilidade a radiação solar utilizada nos seus processos biológicos. As áreas com maior vegetação das cidades e as áreas localizadas próximo aos grandes corpos d'água (como reservatórios) também tendem a apresentar temperaturas mais amenas.

Estudos como os de Souza Júnior (2006), Moura, Zanella e Sales (2008), Viana e Amorim (2008), Blain, Picoli e Lulu (2009), Xavier et. al. (2009), indicaram que tanto a temperatura da superfície quanto a do ar passaram por alterações ao longo do processo de expansão urbana. A forma como acontece a ocupação e a estruturação dos grandes centros urbanos vem cada vez mais gerar alteração no campo térmico, acústico, visual, e da circulação dos ventos. Isso se dá pela falta de planejamento adequado, pelo grande adensamento populacional, pelas longas áreas impermeabilizadas e pela falta dos elementos naturais como as árvores.

Segundo Bueno (1998), com o desenvolvimento dos centros urbanos, as áreas construídas se expandem, ocupando espaços antes pertencentes à vegetação. A troca da cobertura vegetal pela pavimentação e pelas construções, por sua vez, tem trazido problemas como desconforto, stress e danos tanto para a saúde física quanto mental dos habitantes.

Desse modo, é importante analisar as variações do meio ambiente urbano em seus vários níveis, isto é, nos bairros, ruas, bem como em ambientes internos. A ação ecológica natural, associada aos fenômenos urbanos, constitui o conjunto complexo de inter-relações que produzem o clima urbano. (SOUZA, 1990).

Segundo Dumke (2007), o clima urbano é resultante de modificações que os processos de urbanização ocasionam na natureza e nas propriedades atmosféricas de uma determinada região. Assim, através da emissão de poluentes (incluindo atividades industriais, desflorestamento e outras atividades antropogênicas), o processo de urbanização acaba provocando alterações na atmosfera urbana, o que ocasiona “ilhas de calor” e “ilhas de frescor”, de acordo com a configuração do uso do espaço. O resultado desse processo provoca, desse modo, a diferenciação dos microclimas urbanos.

Uma problemática apontada por Dumke (2007) é a de que os microclimas não costumam ser considerados no planejamento das cidades e pouca atenção tem sido dada às condições climáticas urbanas consequentes da relação entre a natureza e a sociedade – o que inclui a morfologia do relevo, as massas de vegetação, a estrutura urbana, a circulação de ar etc. Esse conhecimento poderia auxiliar na melhoria do conforto humano dentro e fora das construções, colaborando com o desenvolvimento humano duradouro. Além disso, Gartland (2010) insere que

árvores e vegetação são componentes funcionais vitais para uma cidade ou subúrbio saudável. Árvores e vegetação saudáveis trazem inúmeros benefícios, inclusive comunidades mais confortáveis, menos consumo de energia, redução da poluição do ar, menos enchentes e melhorias para o ecossistema... (GARTLAND, 2010, p. 135)

Desse modo, um planejamento urbano adequado preocupado em incluir vegetação e preservação de árvores contribui para a melhoria do conforto térmico em áreas urbanizadas.

Outro fator que contribui para alterações nos microclimas das regiões urbanas consiste nas frequentes adaptações sofridas nos planos urbanos, em que a configuração espacial atual da cidade é caracterizada pela maciça verticalização ao longo das vias estruturais que entornam o centro e vão até os bairros, realizando um escoamento do fluxo de veículos (DUMKE, 2007). Esta “topografia edificada” (DUMKE, 2007, p. 15) das construções gera um efeito como uma cortina de concreto, alterando os terrenos locais, que pode canalizar vento ou atuar como uma barreira para o ar. Como consequência, esse movimento pode gerar a dispersão dos poluentes existentes na atmosfera (como

aqueles provocados pelo forte trânsito de automóveis). Desse modo, a autora (2007) reitera que as edificações promovem a criação de campos térmicos diferenciados.

Nesse sentido, as cidades apresentam grande variedade de superfícies, com diferentes revestimentos e com capacidades distintas de armazenar e refletir o calor. Essas superfícies se distribuem ao longo do tecido urbano e se concentram nas regiões centrais com alta verticalização e fluxos de automóveis e pessoas. Além disso, a dinâmica urbana – presença de água, poluentes, calor antropogênico – interfere na atmosfera local, sendo um desafio identificar o quanto eles a influenciam isoladamente, hierarquicamente e em conjunto (FERREIRA, 2014).

Conforme Gomes e Lamberts (2009), as regiões intra-urbanas com temperaturas mais elevadas costumam corresponder às industriais e de centros comerciais, significando, geralmente, maior concentração de pessoas. De outro modo, as regiões com temperaturas mais amenas correspondem aos bairros residenciais ou com elevadas presenças de vegetação. Em consonância com esse aspecto, Dumke (2007) reitera que regiões centrais tendem a produzir temperaturas mais elevadas, enquanto que regiões mais periféricas tendem a produzir temperaturas mais amenas.

Os campos térmicos diferenciados podem ser ocasionados pela formação dos *canyons urbanos*, chamados assim por formarem corredores entre paredes de altas edificações. Desse modo, o campo térmico pode ocorrer nas camadas limites dessas formações, isto é, nos dosséis. No interior dessas formações, a radiação é refletida diversas vezes entre as paredes das construções e ruas presentes nessas regiões, o que ocasiona diferentes absorções. Como consequência, esse processo minimiza a convecção térmica e diminui a velocidade dos ventos (FERREIRA, 2014).

Quando a velocidade dos ventos se reduz pela presença de rugosidade, há um aumento do armazenamento de calor durante o dia e, devido às características dos materiais, uma lenta liberação deste calor percorre durante a noite. Esse fenômeno pode, então, ocasionar fatores responsáveis pela

formação de ilhas de calor noturnas (OKE, 1981; GRIMMOND, 2006; GARTLAND, 2010 citado por FERREIRA, 2014).

Para Suga e Krüger (2005) citado por Dumke (2007), os cânions urbanos caracterizados pelas vias estruturais de Curitiba podem se mostrar inadequados em relação ao clima local, uma vez que se caracteriza pelo maior desconforto por frio, o que dificulta os ganhos solares em pavimentos inferiores, principalmente na estação do inverno.

Para Shishegar (2013),

projetar ruas é uma questão-chave em uma abordagem global para um desenho urbano ambiental. A geometria das ruas (...) e sua orientação influencia diretamente o fluxo de ar e acesso solar no canyon urbano e consequentemente o conforto térmico ao nível dos pedestres. Uma rua mais larga proporciona melhor mistura de ar e, consequentemente, melhor fluxo de ar na região do canyon urbano. Além disso, a razão altura/largura afeta a quantidade de energia solar obtida nas superfícies das ruas (fachadas, telhados e terra). A diminuição da altura/largura aumenta o acesso solar na rua. A orientação da rua dificilmente influencia a quantidade de radiação solar do canyon; isso causa diferenças na distribuição do total de radiação sobre as diferentes superfícies de rua. A orientação da rua influencia significativamente o padrão de irradiação diurno e sazonal das superfícies da rua e afeta mais nas superfícies verticais da rua. Portanto, a fim de proporcionar um microclima agradável em áreas urbanas, projetar ruas urbanas de uma forma que traz sobre o fluxo de ar adequado e utilizar o acesso solar é vital e essencial. Isso pode afetar o clima global e consumo de energia de edifícios. (SHISHEGAR, 2013, p.56)

Objetivou-se, com este trabalho, analisar os diferentes microclimas da cidade de Curitiba a partir de seis pontos urbanos. Pretendeu-se, ainda, apontar pontos com características de *canyons urbanos*, comparando-os com outros pontos selecionados em relação às temperaturas encontradas.

MATERIAIS E MÉTODO

Recorte Espacial

Foram selecionados seis pontos estratégicos da cidade de Curitiba, conforme a Figura 1 e Tabela 1 abaixo.



Figura 1: Identificação dos seis Pontos estratégicos na cidade de Curitiba
Fonte: Google Earth

Tabela 1: Características dos seis pontos selecionados

| PONTOS | BAIRRO | RUA | ELEVAÇÃO | COORDENADAS | DESCRIÇÃO |
|---|------------|----------------------------|----------|---|--|
| Ponto 1 - Residencia 01 | Mossungê | Paulo Gorski | 937 m | Latitude: 25°26'51.93"S Longitude: 49°19'15.46"O | Esse bairro é caracterizado pela presença de casas e sobrados. O ponto esteve localizado em uma casa (sobrado), local com muita arborização e presença de pequenos capões. A rua em frente do ponto possui fluxo baixo/médio de veículos, com maior fluxo em horários de pico (18h às 20h). |
| Ponto 2 – Silva Jardim | Água Verde | Silva Jardim | 937 m | Latitude: 25°26'45.03"S Longitude: 49°16'59.69"O | A Av. Silva Jardim, local em que está situado o ponto, face sul, possui duas vias duplicadas, divididas por um canteiro central. Encontra-se bem arborizada na sua extensão central, e ao longo da esquerda da rua sentido centro é composta por diversos prédios com mais de dez andares. Entretanto, na porção direita da rua sentido centro, pode-se encontrar prédios menores (não mais que sete andares), casas e centros comerciais. O fluxo de automóveis é do bairro para o centro com uma intensidade médio/alto e alto nos horários de pico (7h às 9h30 e das 17h30 às 20h). Esse ponto possui elevado número de edificações, o que pode ser caracterizado como uma região de <i>canyon urbano</i> . |
| Ponto 3 – Residencia 03 | Água Verde | João Antonio Xavier | 915 m | Latitude: 25°27'24.89"S Longitude: 49°16'39.15"O | Essa é uma região urbanizada por muitas casas e sobrados de porte baixo, incluindo prédios de quatro andares, com trechos arborizados. O fluxo de veículos é baixo. |
| Ponto 4 - Escola | Batel | Av. Bispo Dom José | 936 m | Latitude: 25°26'48.88"S Longitude: 49°17'48.13"O | Esse ponto se encontra na Rua Bispo Dom José, em uma escola de dois andares. Trata-se de um local com baixa arborização e ruas com médio/alto fluxo de automóveis, com alto fluxo em horários de pico (7h às 9h30 e das 17h30 às 20h). |
| Ponto 5 - Visconde | Batel | Av. Visconde de Guarapuava | 933 m | Latitude: 25°26'39.06"S Longitude: 49°17'11.73"O | Localizado na Av. Visconde de Guarapuava, face norte, o ponto foi situado próximo à avenida. Essa avenida, tal como o Ponto 2, possui duas vias duplicadas, divididas por um canteiro central (porém, a arborização desse canteiro é menor do que a do referido ponto). O fluxo de automóveis é do centro para o bairro e médio/alto e alto nos horários de pico (7h às 9h30 e das 17h30 às 20h). Assim como descrito no ponto 2, podemos caracterizar esse ponto como uma região de <i>canyon urbano</i> . |
| Ponto 6 – Parque Passeio Público | Centro | Av. João Gualberto | 906 m | Latitude: 25°25'30.67"S Longitude: 49°15'59.15"O | Parque localizado na região central da cidade, composto de muitas espécies arbóreas e dois lagos. Ao redor há um número elevado de avenidas para automóveis e canaletas para circulação de ônibus, sendo que seu fluxo é alto, com maior intensidade nos horários de pico (7h às 9h30 e das 17h30 às 20h). As construções em seu redor são de altura média a alta, constituídas por prédios e centros comerciais. |

Materiais

Para a medição da temperatura de cada ponto foram utilizados os seguintes equipamentos assim como demonstrados na Figura 2.

- Abrigos termométricos de PVC para a proteção do equipamento HOBO®;
- Equipamento HOBO®;
- Software Hoboware Lite.

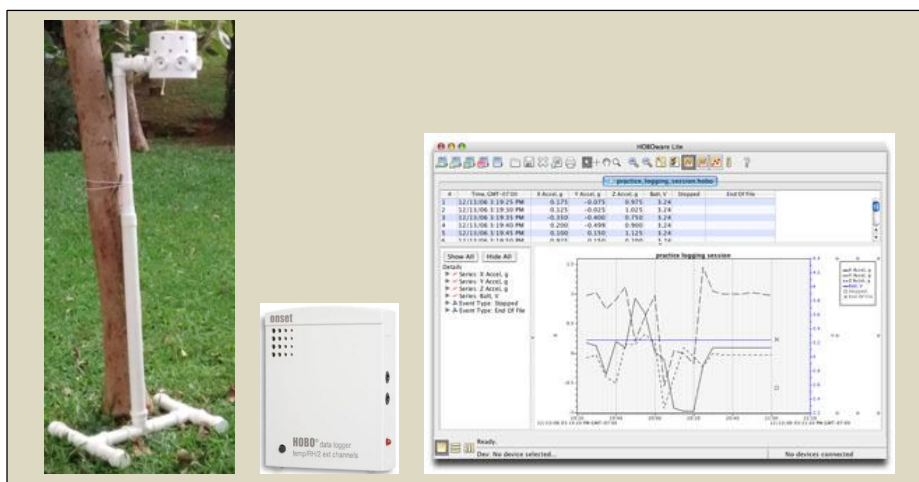


Figura 2: Abrigo termométrico, HOBO® Temperatura/Data Logger e Software Hoboware Lite, respectivamente.

O Equipamento HOBO® foi acoplado no interior da parte superior do abrigo termométrico, a fim de protegê-lo das intempéries no período de coleta. Esse equipamento foi programado para realizar e armazenar as leituras de temperatura de hora em hora. Foi escolhido esse tipo de leitura para propiciar uma análise mais completa e dinâmica, buscando assim mostrar as diferenças dos elementos meteorológicos.

Foram organizados e analisados os dados de temperatura (°C) do ar entre os dias 16/05/2014 e 06/06/2014, período estipulado para a coleta de dados a fim de atender ao cronograma do Curso de Especialização em Análise Ambiental da Universidade Federal do Paraná.

Para realização da extração dos dados, é necessário que o Software Hoboware Lite esteja devidamente instalado e aberto no momento em que o Equipamento HOBO® é conectado via USB. Assim, o Programa realiza uma

leitura dos dados coletados automaticamente, podendo assim ser manipulados tanto no Software quanto exportados para o Microsoft Excel, como foi o caso. A escolha pela exportação se deu por haver maiores recursos e facilidade de manuseio desse programa para a criação de gráficos e cálculos das temperaturas. Os dados não foram submetidos à análise estatística, sendo analisados apenas dados descritivos extraídos do software.

Conforme os objetivos desse trabalho apresentar-se-ão os pontos em que se verificou a variação da temperatura em comparação às áreas com maior presença de vegetação. Desse modo, buscou-se comparar os pontos considerados de maior vegetação com pontos de maior urbanização, bem como utilizar o ponto de presença de *canyon urbano* com pontos de maior arborização. Pretende-se, com tal exposição, discutir a importância da presença de vegetação, bem como da importância da criação e do planejamento de estruturas urbanas que auxiliem na promoção de maior conforto térmico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de apresentar os dados, a Figura 1 abaixo identifica as variações de temperatura média.

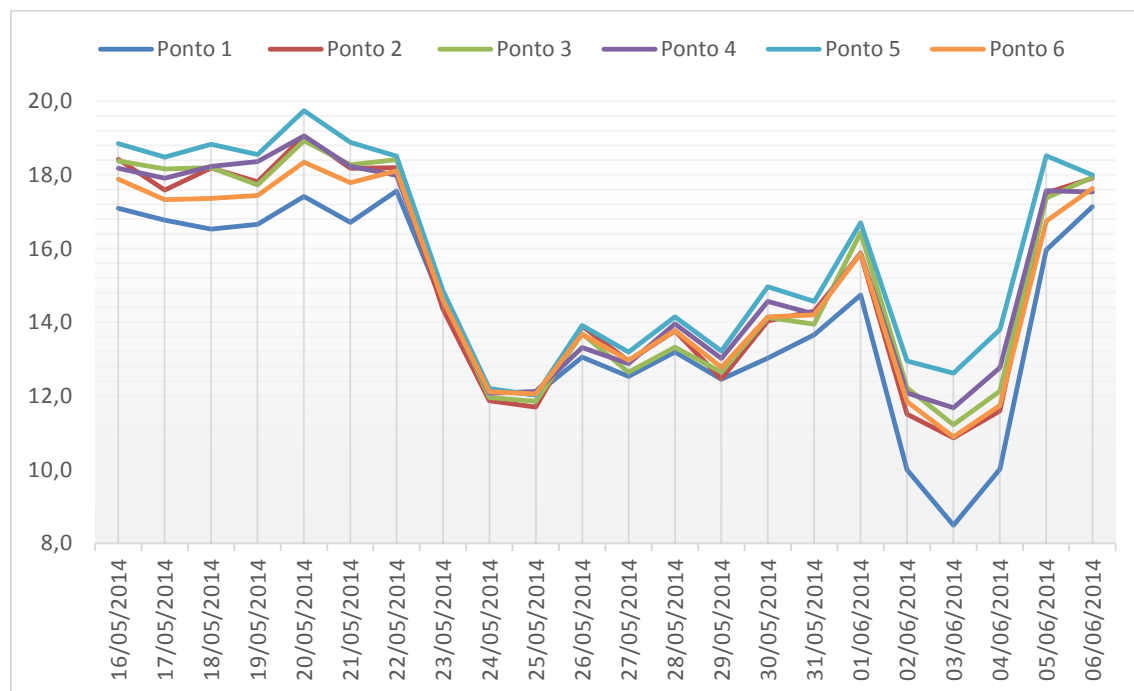


Figura 3: Média de temperatura (°C) entre os dias 16/05/2014 a 06/06/2014.

Na Figura 3, pôde-se observar a variação média das temperaturas analisadas entre os seis pontos. Destaca-se que o ponto 5 apresentou maiores temperaturas, visto que esse ponto possui uma maior concentração de edificações e vias pavimentadas, enquanto que o ponto 1 apresentou temperaturas mais amenas por ser um ponto localizado na região periférica da cidade e por apresentar mais áreas verdes. Esse dado entra em consonância com o aspecto mencionado por Dumke (2007) em relação à provável correspondência entre regiões periféricas e temperaturas amenas, bem como entre regiões centrais e temperaturas mais elevadas.

Os dados da Tabela 2 abaixo apresentam as médias de temperatura ao longo dos dias de coleta dos dados. Neles, é possível verificar as variações de temperatura ao longo do dia e identificar diferenças entre áreas de maior vegetação (em verde, os Pontos 1, 3 e 6) e áreas de maior urbanização (em cinza, os Pontos 2, 4 e 5). Além disso, os números com cor azul foram destacados por serem os que contêm a menor temperatura média no dia, e em vermelho, foram destacados os locais com maior temperatura média no dia.

Tabela 2: Média de temperatura ao longo do dia 16/05/2014 a 06/06/2014.

| DIA | Ponto 1 | Ponto 2 | Ponto 3 | Ponto 4 | Ponto 5 | Ponto 6 |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 16/05/2014 | 17,1 | 18,4 | 18,4 | 18,2 | 18,8 | 17,9 |
| 17/05/2014 | 16,8 | 17,6 | 18,2 | 17,9 | 18,5 | 17,3 |
| 18/05/2014 | 16,5 | 18,2 | 18,2 | 18,2 | 18,8 | 17,4 |
| 19/05/2014 | 16,7 | 17,8 | 17,7 | 18,4 | 18,6 | 17,4 |
| 20/05/2014 | 17,4 | 19,1 | 18,9 | 19,1 | 19,7 | 18,3 |
| 21/05/2014 | 16,7 | 18,2 | 18,3 | 18,2 | 18,9 | 17,8 |
| 22/05/2014 | 17,6 | 18,2 | 18,4 | 18,0 | 18,5 | 18,1 |
| 23/05/2014 | 14,5 | 14,4 | 14,7 | 14,6 | 14,9 | 14,6 |
| 24/05/2014 | 12,2 | 11,9 | 12,0 | 12,1 | 12,2 | 12,1 |
| 25/05/2014 | 12,0 | 11,7 | 11,8 | 12,1 | 12,0 | 12,1 |
| 26/05/2014 | 13,1 | 13,9 | 13,7 | 13,3 | 13,9 | 13,7 |
| 27/05/2014 | 12,5 | 12,9 | 12,6 | 12,9 | 13,2 | 13,0 |
| 28/05/2014 | 13,2 | 13,8 | 13,3 | 14,0 | 14,1 | 13,8 |
| 29/05/2014 | 12,5 | 12,5 | 12,6 | 13,0 | 13,2 | 12,8 |
| 30/05/2014 | 13,0 | 14,0 | 14,1 | 14,6 | 15,0 | 14,1 |
| 31/05/2014 | 13,7 | 14,3 | 13,9 | 14,2 | 14,6 | 14,2 |
| 01/06/2014 | 14,7 | 15,9 | 16,4 | 15,9 | 16,7 | 15,9 |
| 02/06/2014 | 10,0 | 11,5 | 12,2 | 12,1 | 13,0 | 11,8 |
| 03/06/2014 | 8,5 | 10,9 | 11,2 | 11,7 | 12,6 | 10,9 |
| 04/06/2014 | 10,0 | 11,6 | 12,1 | 12,8 | 13,8 | 11,7 |
| 05/06/2014 | 16,0 | 17,5 | 17,4 | 17,6 | 18,5 | 16,7 |
| 06/06/2014 | 17,1 | 17,9 | 17,9 | 17,5 | 18,0 | 17,6 |

Nesses dados, foi possível identificar que as médias de menor temperatura no período foram apresentadas, em maioria, no Ponto 1, o qual se constitui como região de maior vegetação e menor grau de urbanização. Nessas regiões, vale salientar que os terrenos são maiores e com vegetação predominante, o que pode ter gerado tais dados. Em contrapartida, a região em que se predominou a maior temperatura foi o Ponto 5, a qual é uma região que apresenta características de *canyon urbano*. Deve-se levar em consideração que essa região se encontra voltada para a face norte e, por isso, nessa posição há uma maior incidência de raios solares durante o inverno. O Ponto 2, também possuindo características de *canyon urbano*, está voltado para a face sul, o que geralmente evita a incidência solar no final da tarde. Salienta-se, também, que o Ponto 2 apresentou temperaturas mais amenas se comparadas com o Ponto 5.

A título de ilustração, segue abaixo a Tabela 3, na qual são apresentadas as variações de temperatura ao longo de um único dia.

Tabela 3: Variação de temperatura (°C) no dia 03/06/2014

| Data | Hora | Ponto 1 | Ponto 2 | Ponto 3 | Ponto 4 | Ponto 5 | Ponto 6 |
|-------------------|------------|-------------|---------|---------|---------|-------------|---------|
| 03/06/2014 | 0 | 5,6 | 8,2 | 8,2 | 8,3 | 9,0 | 8,8 |
| 03/06/2014 | 1h | 5,2 | 8,0 | 7,5 | 7,7 | 8,3 | 8,2 |
| 03/06/2014 | 2h | 4,7 | 6,7 | 7,0 | 7,1 | 7,7 | 7,4 |
| 03/06/2014 | 3h | 4,2 | 6,2 | 6,3 | 6,3 | 7,2 | 6,4 |
| 03/06/2014 | 4h | 3,8 | 5,4 | 5,9 | 5,7 | 6,7 | 5,7 |
| 03/06/2014 | 5h | 3,3 | 4,9 | 5,5 | 5,4 | 6,2 | 5,4 |
| 03/06/2014 | 6h | 2,9 | 4,8 | 5,0 | 5,0 | 5,8 | 5,2 |
| 03/06/2014 | 7h | 2,7 | 4,5 | 5,0 | 5,4 | 5,8 | 5,3 |
| 03/06/2014 | 8h | 3,2 | 7,7 | 5,2 | 6,9 | 8,8 | 7,3 |
| 03/06/2014 | 9h | 6,1 | 11,0 | 6,8 | 9,8 | 11,4 | 10,4 |
| 03/06/2014 | 10h | 8,4 | 13,6 | 12,1 | 12,1 | 13,8 | 12,4 |
| 03/06/2014 | 11h | 14,1 | 15,1 | 16,6 | 19,9 | 15,7 | 14,2 |
| 03/06/2014 | 12h | 17,0 | 15,8 | 20,7 | 16,2 | 19,4 | 14,6 |
| 03/06/2014 | 13h | 16,5 | 16,5 | 21,5 | 20,2 | 19,8 | 16,1 |
| 03/06/2014 | 14h | 15,6 | 18,1 | 17,1 | 18,6 | 21,6 | 20,9 |
| 03/06/2014 | 15h | 16,0 | 19,5 | 17,4 | 21,4 | 22,0 | 20,4 |
| 03/06/2014 | 16h | 14,4 | 16,2 | 18,2 | 20,6 | 21,3 | 16,8 |
| 03/06/2014 | 17h | 12,0 | 14,5 | 18,0 | 15,4 | 17,2 | 14,0 |
| 03/06/2014 | 18h | 10,9 | 12,0 | 13,5 | 13,3 | 14,4 | 12,5 |
| 03/06/2014 | 19h | 8,9 | 11,1 | 12,1 | 12,4 | 13,7 | 11,4 |
| 03/06/2014 | 20h | 7,9 | 11,0 | 11,2 | 11,9 | 13,0 | 10,6 |
| 03/06/2014 | 21h | 7,1 | 10,4 | 10,2 | 11,1 | 12,0 | 9,7 |
| 03/06/2014 | 22h | 6,7 | 9,9 | 9,5 | 10,2 | 11,4 | 9,5 |
| 03/06/2014 | 23h | 6,6 | 9,4 | 8,6 | 9,3 | 10,5 | 8,4 |

Nessa tabela, é possível verificar que a diferença entre temperaturas pode chegar até aproximadamente 7°C (como é o caso do período das 16h conforme destacado no Ponto 1 e Ponto 5). Note-se também, que o Ponto 1, na Figura 4, é identificado como região de maior vegetação, enquanto que o Ponto 5 é região de maior urbanização. Conforme Gomes e Amorim (2003), a vegetação é importante para tornar temperaturas mais amenas, o que pode ser um fator que tenha ocasionado a diferença de temperatura entre os dois Pontos. Além disso, a forma como as construções foram executadas no Ponto 5 podem denotar a ausência de planejamento térmico, o que dificulta a passagem de vento pelas estruturas, conforme reiterado por Ferreira (2014).

A seguir, analisou-se a Figura 4, o qual apresenta dados de variação de temperatura média comparativamente.

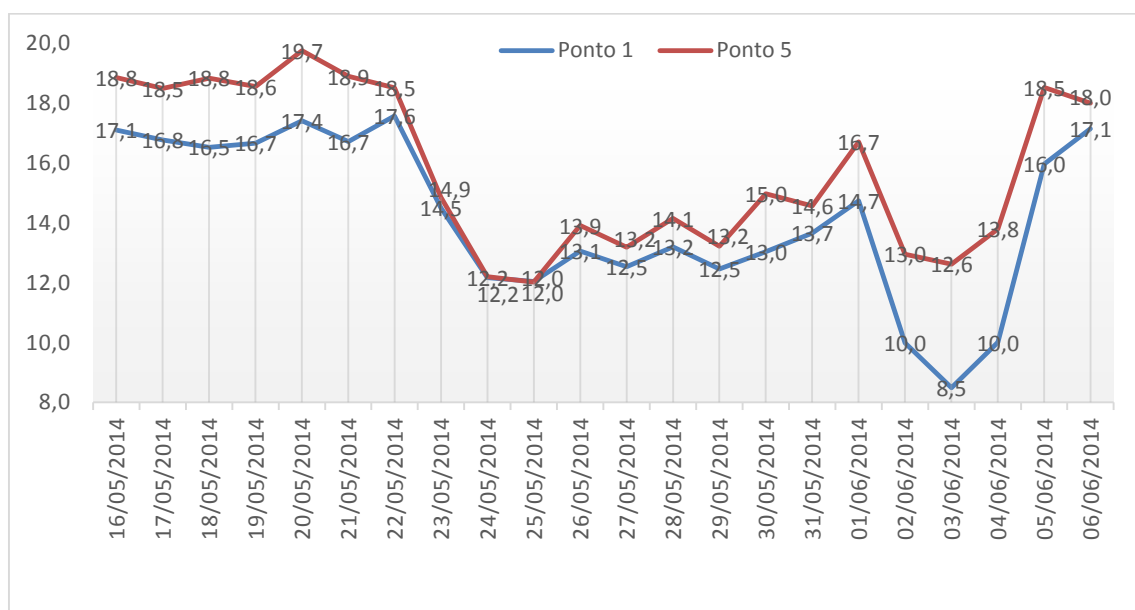


Figura 4: Comparação da temperatura (°C) média entre o Ponto 1 e Ponto 5.

Na Figura 4, os dados comparados correspondem aos Pontos 1 e 5. O Ponto 1, conforme já mencionado anteriormente, constitui-se de uma região caracterizada pela presença de casas e sobrados e alta presença de vegetação. Nesse ponto, o fluxo de automóveis aumenta apenas no horário de pico vespertino (18h às 20h). Já o Ponto 5 está inserido em uma região com elevado

número de edificações e alto fluxo de automóveis nas duas vias duplicadas em frente ao local selecionado. A arborização, nesse espaço, é baixa.

A escolha sobre comparar os dois Pontos referidos se justifica pela evidênciação, através dos dados coletados pelo instrumento HOBO®, de que o Ponto 1 é o que apontou as menores temperaturas ao longo do período de coleta, enquanto que o Ponto 5 foi o que apontou as maiores temperaturas em igual período. Desse modo, torna-se possível hipotetizar, com base nos estudos sobre clima urbano mencionados nesse trabalho, as razões pelas quais as diferenças se apresentaram.

O Ponto 1 possivelmente teve as temperaturas mais amenas por possuir maior presença de espécies arbóreas já que, segundo Gomes e Amorim (2003) e Junior, (2005), a vegetação auxilia na maior absorção da radiação solar e, consequentemente, promove regulação da temperatura urbana de maneira mais eficaz. Além disso, considerando que o Ponto foi alocado em região com baixa presença de edificações e em local com capões de mata, esses fatores contribuem para que as temperaturas se mantenham amenas. Isso porque as construções ainda não ocuparam os espaços pertencentes à vegetação, tal como Bueno (1998) insere ao discutir sobre o desenvolvimento dos centros urbanos.

O Ponto 5 parece conter, com base na visualização das temperaturas, condições diferenciadas em relação ao Ponto 1, já que tal região sofre grande influência do processo de urbanização: alta densidade de asfaltamento; edificações de grande porte; pouca arborização; alta emissão de poluentes; e circulação de ar limitada (MAITELLI, 1994 citado por DOURADO,2000; DUMKE, 2007).

Abaixo, apresentou-se a diferença entre as temperaturas entre o Ponto 5 e o Ponto 1. O eixo vertical apresenta os dias de coleta da pesquisa, enquanto que o eixo horizontal apresenta, em uma margem de 0,0 °C a 4,5°C, a diferença de temperatura entre esses pontos.

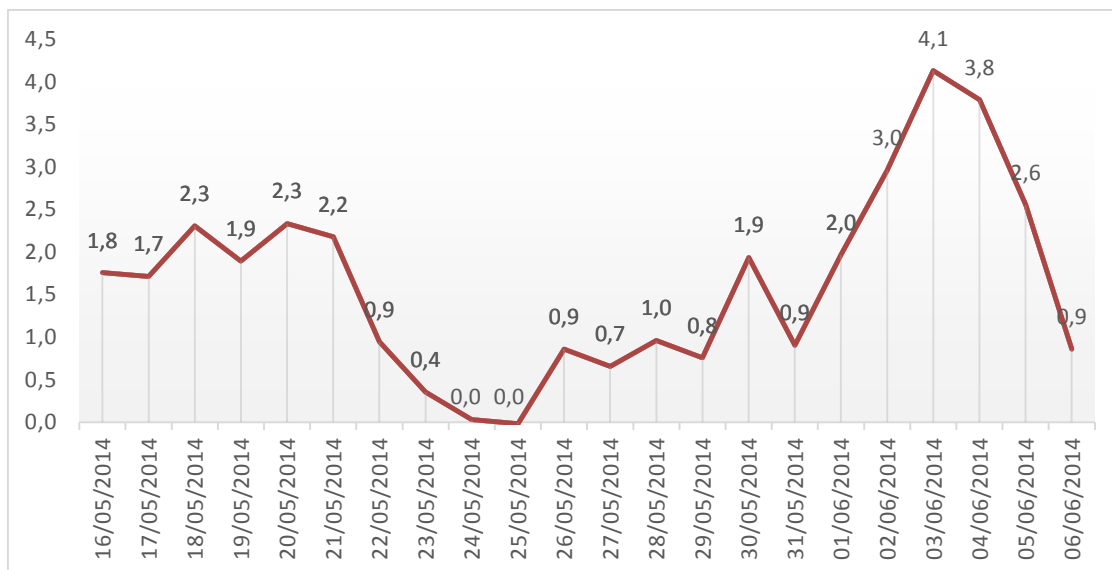


Figura 5: Diferença de Temperatura média (°C) entre o Ponto 5 e Ponto 1.

Verifica-se, com essa Figura 5, que a diferença média entre o Ponto 1 e o Ponto 5 foi maior nos dias 03/06/2014 e 04/06/2014, nos quais há diferença de 4,1°C e 3,8°C, respectivamente. A fim de ilustrar o cálculo realizado, toma-se o dia 03/06/2014 como exemplo. O Ponto 5 apresentou, nesse dia, a temperatura de 12,6°C, enquanto que o Ponto 1 apresentou temperatura de 8,5°C; desse modo, realizou-se a operação de subtrair os pontos e obteve-se como dado a temperatura de 4,1°C, a qual foi identificada como a diferença de temperatura média entre os pontos nesse dia.

Na Figura 6, logo abaixo, os dados comparados correspondem aos Pontos 5 e 6. O Ponto 5, já mencionado anteriormente, está localizado em uma região com elevado número de edificações e alto fluxo de automóveis nas duas vias duplicadas no local, possuindo baixa arborização. O Ponto 6, por sua vez, é um parque localizado na região central da cidade, contendo muita arborização e dois lagos. Um fator interessante desse Ponto é que o parque se encontra em meio a um elevado número de avenidas e edificações, com intenso fluxo de veículos e pessoas. Vale salientar que a diferença de temperaturas entre esses dois Pontos não é tão discrepante quanto na comparação entre os Pontos 1 e 5; contudo, interpreta-se que mesmo estando em regiões aparentemente similares (centrais e urbanizadas), as temperaturas dos Pontos 5 e 6 apresentam diferenciações.

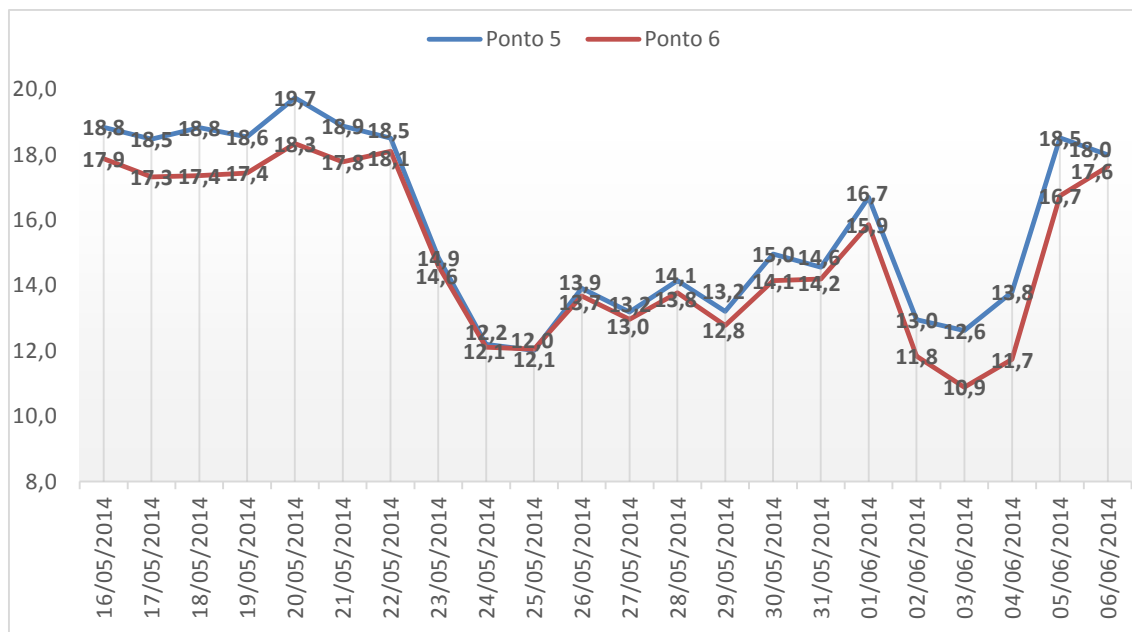


Figura 6: Comparação da temperatura (°C) média entre o Ponto 5 e Ponto 6

Além das características mencionadas sobre o Ponto 5 na comparação anterior, essa região pode ser caracterizada como uma formação de *canyon urbano*, conforme definição de Ferreira (2014). Uma tendência da presença de *canyons urbanos* é a de que nessas formações pode ocorrer o armazenamento de calor e lenta liberação de calor no período noturno, o que pode gerar as chamadas “ilhas de calor”. (DUMKE, 2007; OKE, 1981; GRIMMOND, 2006; GARTLAND, 2010 citado por FERREIRA, 2014). Desse modo, essa estrutura pode ocasionar temperatura elevada se comparada com outros Pontos coletados.

O Ponto 6, em contrapartida, pode ser caracterizado como uma região em que se forma uma “ilha de frescor” (DUMKE, 2007), uma vez que possui temperaturas amenas se comparadas com uma região central e urbanizada (tal como o Ponto 5), possivelmente pela presença de vegetação e por ser uma área com corpos d’água (reservatórios), tal como mencionado por Gomes e Amorim (2003). Esses apontamentos vão ao encontro dos dados coletados, uma vez que na comparação dessas duas regiões se verifica temperaturas mais amenas no Ponto 6 se comparadas ao Ponto 5.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com método proposto nesse trabalho, foi possível compreender e interpretar as variações dos microclimas nos diferentes pontos analisados. Além disso, foi possível levantar hipóteses sobre a formação de ilhas de calor e ilhas de frescor e a variação de temperaturas, identificando regiões com alta vegetação em meio à urbanização, bem como regiões com formações de *canyons urbanos*.

Compreende-se que esse trabalho contribuiu para identificar zonas de vegetação urbana e a importância delas para a manutenção das variações climáticas. Entende-se, também, que existiram limitações que permeiam a prática de todos os processos de pesquisa, nas quais se define um determinado objeto de estudo que serve de subsídio para ilustrar uma possível problemática em maior escala. No caso desse estudo, um ponto de limitação identificado foi que apenas o período correspondente ao outono foi possível de ser utilizado. Se para esse estudo os dados fossem coletados em outros períodos (por exemplo no verão ou na primavera), possivelmente novos dados e comparações se tornariam unidades de análise.

Esse estudo, também, pode auxiliar no desenvolvimento de pesquisas futuras, pois apresenta dados reais de temperatura que subsidiem o entendimento sobre o comportamento diário do tempo e do clima em diferentes pontos urbanos. Além disso, torna-se possível não só verificar a comparação entre Pontos, mas verificar a variação entre um único Ponto por meio de estudos da amplitude térmica. Isso porque, segundo Dumke (2007), Curitiba é uma cidade com elevada amplitude térmica ao longo do dia.

Portanto, destacou-se a importância, a partir desse estudo preliminar, de pesquisas futuras envolvendo clima urbano e planejamento de mais espaços que apresentem áreas verdes como, por exemplo, maior arborização em calçadas, com o objetivo de amenizar as temperaturas nos centros urbanos e ajudar a evitar ilhas de calor. Além disso, tornou-se possível, com esse estudo, identificar a necessidade de pesquisas futuras que objetivem realizar melhor planejamento

de construções já que, como Dumke (2007) enfatiza, Curitiba não possui planejamento urbano adequado.

REFERÊNCIAS

BLAIN, G. C.; PICOLI, M. C. A.; LULU, J. Análises estatísticas das tendências de elevação nas séries anuais de temperatura urbana mínima do ar no estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.3, p.807-815, 2009.

BUENO, C. L. **Estudo da atenuação da radiação solar incidente por diferentes espécies arbóreas**. 1998. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

DUMKE, E. M. S. **Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade – uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da região metropolitana de curitiba (au-rmc)**. 2007. Tese de Doutorado – Programa de Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Universidade Federal do Paraná.

FERREIRA, C. C. M. Modelo para análise das variáveis de cobertura da terra e a identificação de microclimas, em centros urbanos. **Revista Brasileira de Climatologia**, Juiz de Fora, v. 14, n. 10, p. 50-75, 2014

GARTLAND, Lisa. Ilhas de calor como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, p 135, 2010.

GOMES, M. A. S.; AMORIN M. C. C. T. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: Estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente SP. **Caminhos de Geografia**, Presidente Prudente, v. 7(10), p. 94-106, 2003.

GOMES, P.S.; LAMBERTS, R. O estudo do clima urbano e a legislação urbanística: considerações a partir do caso Montes Claros, MG. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 73-91, jan./mar. 2009.

JUNIOR, N. L. A. **Estudo de clima urbano: Uma proposta metodológica**. 2005. Dissertação de Mestrado. – Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

MOURA, M. O; ZANELLA, M. E; SALES, M. C. L. Ilhas térmicas na cidade de Fortaleza- CE. **Boletim Goiano de Geografia**, Goiânia, v.28, n.2, p. 33-34, 2008.

SÔNIA, M. R. F.; Jaíra M. A. G.; José M. M. N.; Carlos S. P. A. Consequências da urbanização na vegetação e na temperatura da superfície de Teresina – Piauí. **REVSBAU**, Piracicaba, v.6, n.2, p.58-75, 2011.

SHISHEGAR, N. Street Design and Urban Microclimate: Analyzing the Effects of Street Geometry and Orientation on Airflow and Solar Access in Urban Canyons. **Journal of Clean Energy Technologies**, v. 1, n. 1, pp. 52-56, 2013.

SOUZA, L. C. L. **Desempenho térmico de coberturas leves: Aplicação do modelo NBSLD**. 1990. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos.

SOUZA JÚNIOR, I. F. de. **A influência da urbanização no clima da cidade de Campina Grande-PB**. 2006. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

VIANA, S. S. M; AMORIM, M. C. C.T. Caracterização do clima urbano em Teodoro Sampaio - SP: uma introdução. **Sociedade e Natureza**. Uberlândia, v.20, n.2, 19-42, 2008.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles: o exemplo de São Paulo**. Ed. Hucitec. São Paulo, 1985.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura.** [3.ed.] Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf. Acesso em (02/02/2014)